

**PENGARUH VARIASI KECEPATAN PUTAR DAN DIAMETER
FLAT TOOL TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK
SAMBUNGAN FSSW AA 5083 H321 DAN *GALVANIZED STEEL***

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**



Oleh:

**REZHA NUGRAHA
NIM. I0412043**

**PRODI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2016



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SEBELAS MARET - FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

Jl Ir Sutami No. 36A Kentingan Surakarta Telp. 0271 632163 web: mesin.ft.uns.ac.id

**SURAT TUGAS PEMBIMBING DAN PENGUJI TUGAS AKHIR
PROGRAM SARJANA TEKNIK MESIN UNS**

Program Studi : **S1 Teknik Mesin**

Nomor : **0694/TA/S1/04/2016**

Nama : **REZHA NUGRAHA**
NIM : **I0412043**
Bidang : **Teknik Produksi**
Pembimbing 1 : **DR. NURUL MUHAYAT, ST,MT/197003231998021001**
Pembimbing 2 : **Dr. TRIYONO, ST., MT./197406251999031002**
Penguji : **1. Dr. EKO SUROJO., ST,MT/ 196904112000031006**
2. TEGUH TRIYONO, ST MEng/ 197104301998021001
3. /

Mata Kuliah Pendukung

- 1. TEKNOLOGI PENGELASAN(MS05053-10)**
- 2. TEKNOLOGI DAN PROSES PERMESINAN(MS73033-15)**
- 3. TEKNOLOGI PENGECORAN(MS04013-10)**

Judul Tugas Akhir

**"PENGARUH VARIASI KECEPATAN PUTARAN DAN
DIAMETER FLAT TOOL TERHADAP SIFAT FISIK DAN
MEKANIK SAMBUNGAN FSSW AA5083 H321 DAN
GALVANIZED STEEL "**

Surakarta, 2016-04-06 09:20:31

Kepala Program Studi S1 Teknik Mesin,

DR ENG. SYAMSUL HADI, ST,MT

NIP. 197106151998021002

Tembusan :

- 1. Mahasiswa ybs.**
- 2. Dosen Pembimbing TA ybs.**
- 3. Koordinator TA.**
- 4. Arsip.**

PENGARUH VARIASI KECEPATAN PUTARAN DAN DIAMETER FLAT TOOL TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK SAMBUNGAN FSSW AA5083 H321 DAN GALVANIZED STEEL

Disusun Oleh

REZHA NUGRAHA
NIM : 10412043

Dosen Pembimbing 1

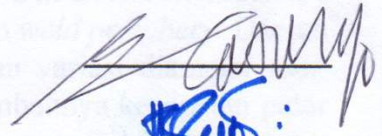
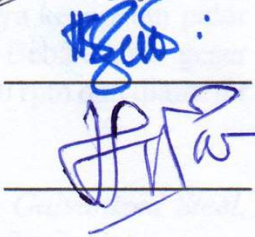

DR. NURUL MUHAYAT, ST,MT
NIP. 197003231998021001

Dosen Pembimbing 2


Dr. TRIYONO, ST., MT.
NIP. 197406251999031002

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal **12-10-2016**, pukul **13:00:00**, bertempat di **M.101, Gd.1 FT-UNS**.

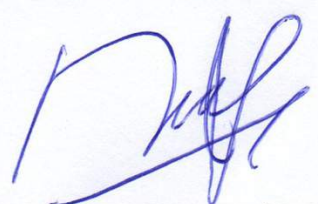
1. Dr. EKO SUROJO., ST,MT
196904112000031006
2. HERU SUKANTO, ST,MT
197207311997021001
3. TEGUH TRIYONO, ST MEng
197104301998021001

Kepala Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Surakarta


DR. ENG. SYAMSUL HADI, ST,MT
NIP. 197106151998021002

Koordinator Tugas Akhir


DR. NURUL MUHAYAT, ST,MT
NIP. 197003231998021001

PENGARUH VARIASI KECEPATAN PUTAR DAN DIAMETER *FLAT TOOL* TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK SAMBUNGAN FSSW ANTARA AA 5083 H321 DAN *GALVANIZED STEEL*

Rezha Nugraha

Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Surakarta Indonesia
E-mail: nugrahzer@icloud.com

Abstrak

Dissimilar FSSW (Friction Stir Spot Welding) adalah pengembangan pengelasan titik *solid state* untuk menyambungkan material tidak sejenis sebagai alternatif metode pengelasan fusi dan RSW (*resistance spot welding*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan putar (1000 rpm, 1200 rpm, 1600 rpm dan 2000 rpm) dan variasi diameter *flat tool* (10 mm, 12 mm dan 14 mm) terhadap beban tarik geser, kekerasan, struktur makro dan struktur mikro sambungan AA 5083 H321 dan *galvanized steel* dengan metode FSSW. *Depth of plunge* 2,7 mm, *dwell time* 3 detik dan laju penetrasi 0,9 mm/detik digunakan sebagai variabel konstan. Penelitian ini menggunakan konfigurasi *lap joint* dengan plat AA5083 H321 (3 mm) diletakan pada bagian atas dan plat *galvanized steel* (1 mm) diletakan pada bagian bawah. Semakin bertambahnya kecepatan putar maka semakin banyak difusi Zn ke bagian *weld periphery*. Daerah sambungan yang besar didapatkan dengan meningkatkan variasi diameter *tool*. Beban tarik geser memperlihatkan bahwa semakin bertambahnya kecepatan putar dan diameter *tool* maka semakin tinggi kualitas sambungan. Beban tarik geser maksimum (4,6kN) didapatkan pada variasi kecepatan putar 2000 rpm dan diameter *tool* 14 mm.

Kata kunci : *FSSW*, Sambungan *Dissimilar*, AA 5083 H321, *Galvanized Steel*, Kecepatan Putar, Diameter *Tool*, Stuktur mikro, *Vickers*, Beban Tarik Geser

EFFECT OF ROTATION SPEED AND FLAT TOOL DIAMETER OF PSHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF FSSW BETWEEN AA 5083 H321 AND GALVANIZED STEEL

Rezha Nugraha

*Department of Mechanical Engineering
Engineering Faculty of Sebelas Maret University
Surakarta Indonesia
E-mail: nugrahzer@icloud.com*

Abstract

Dissimilar FSSW (Friction Stir Spot Welding) is a development from solid-state spot joining technology to joint a different material as alternative method of fusion welding and RSW. This research aims to identified the variation of rotation speed (1000 rpm, 1200 rpm, 1600 rpm and 2000 rpm) and the variation of flat tool diameter (10 mm, 12mm and 14 mm) on macrostructure, microstructure, Vickers hardness and tensile shear load of AA5083 H321 and galvanized steel joint. Depth of plunge 2,7 mm, dwell time 3s and penetration rate 0,9 mm/s are used as dependent variable. This research uses lap joint configuration with AA 5083 H321 (3 mm) on top side and galvanized steel (1 mm) on bottom side. The result shows the increasing rotation speed form more Zn diffusion to weld periphery. Large joining area were obtained by increasing flat tool diameter. Zn diffusion creates influence to the maximum hardness Vickers (137,4 HV) by solid solution strengthening. Tensile shear load shows that by increasing of rotation speed and flat tool diameter will affect to the result of the join quality. Furthermore, the maximum of tensile shear load (4,6kN) has obtained by 2000 rpm rotation speed and 14 mm flat tool diameter.

Keywords: *FSSW, Dissimilar Joint, AA 5083 H321, galvanized steel, Rotation Speed, Flat Tool Diameter, Microstructure, Vickers, Tensile Shear Load.*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji dan syukur penulis haturkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Selama menyelesaikan tugas sarjana ini penulis memperoleh banyak ilmu dan pengalaman yang mudah-mudahan dapat dijadikan bekal untuk masa depan penulis.

Dalam menyelesaikan tugas sarjana ini penulis banyak memperoleh bantuan, bimbingan, pengalaman dan pelajaran yang sangat berharga dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini perkenankanlah Penulis menghaturkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang tercinta atas segala bimbingan dan dukungan sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Nurul Muhyat, ST, MT selaku pembimbing pertama skripsi.
3. Bapak Dr. Triyono, ST, MT selaku dosen pembimbing kedua skripsi.
4. Bapak Prof. Dwi Aries, ST, MT selaku pembimbing akademis.
5. Bapak Heru Sukanto, ST., MT., Bapak Teguh T, ST., MT., dan Bapak Dr. Eko Surojo, ST., MT selaku dosen penguji.
6. Bapak Syamsul H, ST, MT, selaku Ketua Prodi Teknik Mesin FT UNS.
7. Bapak-bapak dosen di program studi Teknik Mesin UNS.
8. Dharma Nugraha selaku sahabat satu judul Tugas Akhir.
9. Rama, Aldi, Mirsa, Ivan, Dandy dan Fachri selaku teman satu perantauan.
10. Danurachmanto, S.T., Ian Yanuar, S.T. dan teman-teman tim riset FSSW.
11. Teman-teman CAMRO (TM UNS 2012) untuk dukungan dan doanya.
12. Teman-teman anggota KMTM angkatan 2013, 2014 dan 2015.
13. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas bantuan dan dorongan semangat serta doanya, terima kasih.

Semoga Allah SWT membalas budi baik Anda semuanya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna, untuk itu masukan dan saran yang membangun akan penulis terima dengan ikhlas dan penulis

ucapkan terima kasih. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya. Akhirnya semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kemajuan bersama.

Surakarta, September 2016

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Penyambungan material <i>Dissimilar</i>	5
2.2. <i>Friction Stir Spot Welding</i>	6
2.2.1. Perbandingan FSSW dengan pengelasan lain	8
2.2.2. Penelitian terhadap proses FSSW	9
2.3. Aluminium 5083 H321	12
2.4. Baja galvanis	14
2.5. Mekanisme penguatan material	15
2.5.1. Penguatan Material AA5083 H321	16
2.6. Lapisan <i>Intermetallic</i>	17
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Tempat Penelitian	19
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	19
3.3. Prosedur Penelitian	20
3.3.1. Persiapan dan Pemotongan Spesimen	20
3.3.2. Proses Pengelasan	20
3.3.3. Variabel Penelitian	21
3.3.4. Tahap Pengujian	22
3.4. Tahap Analisa Penelitian	22
3.5. Diagram Alir Penelitian	23
BAB IV. HASIL DAN ANALISA	
4.1. Hasil Observasi Makroskopik	24
4.2. Hasil Observasi Mikroskopik	27
4.3. Hasil Pengujian Kekerasan	34
4.4. Hasil Pengujian Tarik Geser	38
BAB V. PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	48
5.2. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Batas komposisi unsur penyusun Al-5083 H321	13
Tabel 2.2. Sifat-sifat mekanik AA 5083 H321	13
Tabel 2.3. Sifat-sifat fisik AA 5083 H321	14
Tabel 2.4. Hasil uji spektrometri baja galvanis.....	14
Tabel 2.5. Standar <i>designation</i> plat baja galvanis.....	14
Tabel 2.6. Properti mekanik baja galvanis grade CS tipe C	14
Tabel 3.1. Variabel penelitian	21
Tabel 4.1. Hasil observasi makroskopik pada setiap hasil sambungan	25
Tabel 4.2. Gerakan aliran Zn ke bagian keliling lasan	26
Tabel 4.3. Observasi mikroskopik daerah A (SZ bagian tengah).	28
Tabel 4.4. Observasi mikroskopik daerah B (SZ bagian ujung).	30
Tabel 4.5. Observasi mikroskopik daerah C (daerah HAZ)	31
Tabel 4.6. Hasil EDS perbedaan daerah	33
Tabel 4.7. Observasi mode patahan interface dengan foto makro	43
Tabel 4.8. Hasil observasi SEM patahan dengan variasi kecepatan putar 1000 rpm dan diameter <i>tool</i> 12 mm	45
Tabel 4.9. Hasil observasi EDS patahan variasi B1 (kecepatan putar 1000 rpm dan diameter <i>tool</i> 12 mm)	46

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Total distribusi material kendaraan curb dalam kilogram.....	5
Gambar 2.2. <i>Tailor-welded blank</i> untuk aplikasi industri otomotif.....	6
Gambar 2.3. Siklus pengelasan FSSW.....	7
Gambar 2.4. Empat zona karakteristik hasil penyambungan FSSW	8
Gambar 2.5. Hasil uji tarik aluminium dan baja galvanis dari perbedaan kecepatan dan <i>dwell time</i>	10
Gambar 2.6. Analisa EPMA pada lapisan antarmuka antara aluminium dan baja.....	11
Gambar 2.7. Hasil EDS pada bagian tengah sambungan.....	12
Gambar 2.8. Aliran Zn pada hasil sambungan FSSW <i>dissimilar</i> Al/Baja Galvanis.....	12
Gambar 2.9. Hasil SEM pada proses FSSW <i>dissimilar</i> Al/Baja Galvanis.....	13
Gambar 2.10. Sistem <i>temper designations</i> aluminium.....	17
Gambar 2.11. Diagram fasa paduan aluminium dan besi	18
Gambar 3.1. <i>Flat Tool</i> HSS (a) diameter 10 mm, (b) diameter 12 mm dan (c) diameter 14 mm.....	19
Gambar 3.2. Spesimen pengujian.....	21
Gambar 3.3. Diagram alir penelitian.....	23
Gambar 4.1. Hasil observasi makroskopik	24
Gambar 4.2. Daerah-daerah observasi struktur mikro	27
Gambar 4.3. <i>Interface</i> pada daerah A hasil lasan.....	29
Gambar 4.4. Observasi struktur mikro BM.....	32
Gambar 4.5. Hasil foto SEM perbedaan daerah.....	33
Gambar 4.6. Observasi fasa pada hasil lasan	34
Gambar 4.7. Titik-titik daerah pengujian kekerasan Vickers dengan diameter <i>tool</i> (a) 10 mm, (b) 12 mm dan (c) 14 mm.....	35
Gambar 4.8. Hasil uji keras Vickers pada hasil sambungan tiap variasi kecepatan putar dengan variasi diameter <i>tool</i> (a) 10 mm, (b) 12mm dan (c) 14 mm.....	36
Gambar 4.9. Perbandingan nilai kekerasan tiap variasi diameter <i>tool</i> dengan kecepatan putar (a) 1000 rpm, (b) 1200 rpm, (c) 1600 rpm dan (d) 2000 rpm.....	37
Gambar 4.10. Hasil pembebanan tarik geser perbandingan (a) variasi kecepatan putar dengan beban tarik geser dan (b) variasi kecepatan putar dengan tegangan tarik geser.....	40
Gambar 4.11. Metode penghitungan luas daerah berikatan.....	41
Gambar 4.12. Hasil observasi luasan yang berikatan dengan variasi diameter <i>flat tool</i> (a) 10 mm, (b) 12 mm dan (c) 14 mm serta (d) perbandingan luas yang berikatan	41
Gambar 4.13. Dua bagian pada patahan sisi aluminium.....	42
Gambar 4.14. Daerah observasi SEM patahan variasi B1 (kecepatan putar 1000 rpm dan diameter <i>tool</i> 12 mm) (a) bagian aluminium dan (b) bagian <i>galvanized steel</i>	44

Gambar 4.15. Daerah observasi EDS patahan variasi B1 (kecepatan putar 1000 rpm dan diameter <i>tool</i> 12 mm) (a) daerah X1 dan (b) daerah X3.....	46
Gambar 4.16. Diagram hasil observasi luasan yang berikatan	47